نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۲۳۰-۲۱۹

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 35, No. 3, Fall 2021, p. 219-230

مقاله پژوهشی

بررسی ناهمگنی ترجیحات کشاورزان برای استفاده از انرژی خورشیدی

مهسا تسلیمی[1]- حمید امیرنژاد[2]*- سید مجتبی مجاوریان[3]- حسین آزادی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۶

چکیده

به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر باتوجه به گستردگی و ماهیت آن در شرایط کنونی اقتصادی و محیطزیستی کشور و همچنین، وجود تحریم‌های بین‌المللی می‌تواند راه حل مناسبی برای کاهش آلودگی، مدیریت منابع طبیعی و محیطزیست و کاهش فشارهای هزینه‌ای دولت محسوب شود. در این میان، یکی از مهم‌ترین زیربخش‌های اقتصاد که قابلیت و ظرفیت بسیار مناسب توسعه و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را دارد، بخش کشاورزی است. هدف از انجام این مطالعه، بررسی ترجیحات کشاورزان شهر ساری برای استفاده از انرژی خورشیدی بوده که به این منظور، از تکنیک آزمون انتخاب و روش‌های لاجیت چندجمله‌ای، لاجیت پارامتر تصادفی، کلاس پنهان و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی استفاده گردید. جهت بررسی ترجیحات کشاورزان برای استفاده از انرژی خورشیدی، ۹۸ پرسشنامه شامل ۲۳۵۲ مشاهده از کشاورزان در شهر ساری تکمیل گردید. مقایسه نتایج روش‌های برازش شده نشان داد که بر طبق معیار خوبی برازش، روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی از سایر روش‌ها بهتر می‌باشد. تمایل به پرداخت نهایی کشاورزان برای استفاده از انرژی خورشیدی در ساری با به‌کارگیری روش لاجیت چندگانه برابر با ۱۰۰۲/۴۹ ریال، روش لاجیت پارامتر تصادفی ۵۴۶/۸۵ ریال، روش کلاس پنهان ۲۶۲۸/۸۷ ریال و روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی ۹۷۰/۷۲ ریال به ازای هر کیلووات بدست آمد و ناهمگنی ترجیحات کشاورزان در ساری تأیید شد. شناخت ویژگی‌های مؤثر بر ترجیحات می‌تواند سیاستگذاران را در اتخاذ سیاست‌های جدید یاری رساند که بر این اساس، پیشنهاد می‌شود همانند بسیاری از کشورها، به‌صورت دوره‌های ۳ الی ۴ ساله، بررسی در زمینه تمایل به پرداخت افراد و مطلوبیت آن‌ها تکرار شود تا تغییرات در ترجیحات افراد شناسایی گردد.

واژه‌های کلیدی: آزمون انتخاب، انرژی تجدیدپذیر، تمایل به پرداخت، کشاورزان، کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی

مقدمه

هوای تنفسی انسان و موجودات دیگر در سطح زمین، مخلوطی از گازهایی نظیر نیتروژن (حدود ۷۸ درصد) اکسیژن (۲۱ درصد) و درصد کمی از گازهای دیگر در کنار بخار آب است. حضور برخی مواد دیگر در این میان حتی به صورت ناچیز می‌توانند برای جانداران و انسان مخاطره‌آمیز باشد و به همین علت از آن به‌عنوان آلودگی هوا یاد می‌گردد (۳۱). براساس گزارش بانک جهانی، قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا، چهارمین عامل منجر به مرگ در سراسر جهان بعد از چاقی، رژیم غذایی نامناسب و سیگار است. آلودگی هوا، سالانه بیش از ۵/۵ میلیون کشته و بیش از ۵ تریلیون دلار هزینه برای اقتصاد جهانی به همراه دارد. براساس این گزارش، چین، بیشترین ضرر را از ناحیه آلودگی هوا در سال ۲۰۱۷ متحمل شده که برابر با ۳۸۴/۷۳ میلیارد دلار بوده که معادل ۳/۱۶ درصد از تولید ناخالص داخلی این کشور هزینه آلودگی هوا بوده است. همچنین این هزینه برای ایران در همین سال، حدود ۵/۷۸ درصد تولید ناخالص داخلی معادل ۲۶/۲۷ میلیارد دلار توسط بانک جهانی برآورد شده است. ایران در سال ۲۰۱۷، حدود ۴۵۴ میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی داشته است. بدین ترتیب، رقم هزینه ایران در آلودگی هوا بر اساس دلار به قیمت جاری، ۳۹۴ هزار میلیارد تومان در هر سال است (۳۶). همچنین، آلودگی هوا در ایران منجر به بیماری‌های عفونتی دستگاه تنفسی ۲۷۲۷ نفر، سرطان ریه، برونشیت و نای ۹۳۷ نفر، بیماری‌های قلبی و عروقی ۱۶۵۲۳ نفر، انسداد تنفسی ۲۶۲۶ نفر و آسیب ۴۳۶۴ نفر و در مجموع منجر به مرگ و میر ۲۷۱۷۸ نفر در سال ۲۰۱۶ گردیده است (۳۷). همینطور، سرانه مصرف نهایی انرژی در ایران در بخش کشاورزی ۳/۴، بخش خانگی ۲، بخش تجاری و عمومی ۱/۶ و حمل و نقل و

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی و دانشیاران، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email:h.amirnejad@sanru.ac.ir)
۴- عضو هیأت علمی دانشگاه گنت بلژیک

DOI: 10.22067/JEAD.2021.68131.1009

صنعت ۱/۴ برابر متوسط جهانی می‌باشد. این امر از بهره‌وری پایین در بهره‌برداری، مصرف بالای انرژی و همچنین، استفاده از کالاها و خدمات انرژی‌بر ناشی می‌شود. مجموع مصرف سرانه در کشورهایی نظیر ترکیه، هند، چین و هنگ کنگ، پاکستان، آفریقا، ونزوئلا، کشورهای آسیایی غیر OECD (بدون چین) و منطقه خاورمیانه از ایران پائین‌تر است (۹). به‌کارگیری فناوری‌های روز جهت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک منبع سالم و بی‌خطر از قبیل انرژی برای گرم کردن گلخانه‌های کشاورزی، استفاده از انرژی خورشیدی توسط زنبورداران و استفاده در سایر بخش‌های کشاورزی، گامی مهم در صرفه‌جویی سوخت‌های فسیلی به‌شمار می‌آید. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی ضمن افزایش امنیت عرضه انرژی، موجب کاهش میزان گرمایش جهانی، تحریک رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال، افزایش میزان درآمد سرانه، افزایش عدالت اجتماعی و حفاظت از محیطزیست در تمام زمینه‌ها خواهد شد (۱۲). با توجه به شرایط اقتصادی و محیطزیستی کشور، تحریم‌های بین‌المللی، ماهیت و کاربرد گسترده‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه‌های مختلف، به‌کارگیری این انرژی‌ها می‌تواند راهکار مناسبی برای مدیریت منابع طبیعی و محیطزیست، کاهش آلودگی‌ها و خصوصاً فشارهای هزینه‌ای بر روی دولت باشد؛ که در این میان، یکی از مهم‌ترین زیربخش‌های اقتصاد که پتانسیل و ظرفیت مساعد نسبتاً زیادی برای توسعه و به‌کارگیری از انرژی‌های تجدیدپذیر دارد، بخش کشاورزی می‌باشد (۲۲). همینطور، با توجه به اهمیت بخش کشاورزی و همچنین پتانسیل‌های خوب تولید و صادرات محصولات کشاورزی در ایران، به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر اهمیت زیادی پیدا می‌کند؛ زیرا با استفاده از این قبیل انرژی‌ها، دستیابی به کاهش هزینه و کاهش بیکاری و افزایش ارزش افزوده و صادرات بهتر، دست یافتنی‌تر خواهد بود. با حذف حامل‌های انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی به‌عنوان سوخت مفید و ارزان می‌توان شاهد تحول بزرگی در این بخش شد (۱۲). در این راستا، مطالعات متعددی داخلی و خارجی در زمینه بررسی ترجیحات افراد با استفاده از آزمون انتخاب انجام شده است (۲۷، ۲۶، ۱۳، ۱۴، ۵، ۳۳، ۲، ۳۲، ۲۱، ۱۶، ۲۸، ۲۵، ۳۸، ۳۴، ۱۷، ۶ و ۳) در این میان، مطالعاتی در خصوص بررسی ترجیحات افراد در زمینه کیفیت هوا (۲۶، ۳۲ و ۱۰)، کیفیت محیطزیست (۱۳، ۵ و ۲) و در زمینه بررسی ترجیحات افراد برای استفاده از برق تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر، مطالعات اندک داخلی (۱۹ و ۱۱) و متعدد خارجی (۱۶، ۲۸، ۲۵، ۳۸، ۲۰، ۳۴، ۱۷، ۶ و ۳) انجام شده است. برخی از مطالعات انجام شده، ناهمگنی ترجیحات افراد را با استفاده از مدل‌های لاجیت پارامتر تصادفی (۵، ۲۸، ۲۰، ۳۴ و ۱۷)، لاجیت پارامتر تصادفی با اثرات متقابل (۵)، کلاس پنهان (۲۵ و ۶) و کلاس پنهان چندسطحی (۱۳) مورد بررسی قرار دادند و برخی دیگر با استفاده از روش‌های لاجیت چندگانه (۳۸ و ۶)، لاجیت شرطی (۲۷، ۲۶، ۱۴، ۵، ۳۳، ۲ و ۲۵)، لاجیت آشیانه‌ای (۲ و ۳۲)، توبیت فضایی (۱۱)، پروبیت چندگانه (۱۶) و پروبیت ترتیبی (۳). قربانی و محمدزاده (۱۱)، در مطالعه‌ی خود به بررسی تمایل به پرداخت برای انرژی‌های محیطزیست محور در استان خراسان رضوی با استفاده از الگوی توبیت فضایی و ارزشگذاری مشروط انتها باز پرداختند. به این منظور در سه شهر منتخب استان خراسان رضوی (مشهد، نیشابور، سبزوار) در سال ۱۳۹۳ به بررسی عوامل اقتصادی اجتماعی موثر بر تمایل به پرداخت برای انرژی‌های تجدیدپذیر پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان دادند که تمایل به پرداخت افراد به طور معنی‌داری تحت تأثیر عوامل مکانی قرار گرفته است. متوسط تمایل به پرداخت ماهانه‌ی خانوارهای مشهدی ۴۸۵۴۵ تومان بوده که در مقایسه با شهرستان‌های نیشابور با ۴۳۷۷۸ و شهرستان سبزوار با ۴۰۲۶۱ تومان، بالاتر می‌باشد. یو و ردی (۳۸)، در مطالعه‌ی خود به بررسی ناهمگنی در تمایل افراد به پرداخت برای یک کالای عمومی با استفاده از چندین نوع مختلف مدل لاجیت برای داده‌های آزمون انتخاب پرداختند. به این منظور الگوهای لاجیت چندجمله‌ای ساده، کلاس پنهان، لاجیت مختلط یا لاجیت پارامتر تصادفی و مدل ترکیبی کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی بکار برده شد. کالای عمومی ارزشگذاری شده، افزایش در برق تولیدی انرژی‌های تجدیدپذیر بوده و ویژگی‌های مورد بررسی شامل درصد برق تولیدی از انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی زیست‌توده و سایر منابع تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰، تأثیر بروی اشتغال و هزینه بوده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که ترجیحات برای انرژی خورشیدی در میان پاسخ‌دهندگان ناهمگن هستند، اما درجه ناهمگنی برای تکنولوژی‌های مختلف تجدیدپذیر، متفاوت است. مقایسه میان مدل‌های مختلف نشان داد که مدل پارامتر تصادفی و مدل ترکیبی کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی بهترین روش برای نشان دادن ناهمگنی داده‌های بودند. آزاروا و همکاران (۳)، در مطالعه‌ی خود به بررسی پذیرش اجتماعی انرژی‌های تجدیدپذیر توسط جوامع محلی کشورهای اتریش، آلمان، ایتالیا و سوئیس با به‌کارگیری آزمون انتخاب پرداختند. به این منظور از ۲۰۰۰ پاسخ‌دهنده و روش پروبیت ترتیبی برای برآورد مدل استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان دادند که مزارع خورشیدی و زیرساخت‌های برق به گاز، باعث افزایش پذیرش اجتماعی انرژی‌های تجدیدپذیر توسط جوامع محلی می‌شوند؛ این در حالیست که انرژی بادی اثر نامشخص و نیروگاه‌های گازی و خطوط برق، اثر کاهشی بر پذیرش جوامع محلی دارند. دامنه تمایل به پرداخت ماهانه فناوری‌ها برای افزایش پذیرش، از ۸/۵ یورو برای برق به گاز تا ۲۹/۵ یورو برای انرژی خورشیده محاسبه گردید. همچنین، براساس نتایج بدست آمده، مردم ایتالیا به میزان ۳/۵ درصد و ۲/۷ درصد تحت تأثیر نظرات اتحادیه اروپا و نهادهای دولتی و مردم سوئیس به میزان ۲/۳ درصد تحت تأثیر نظرات سیاستمداران محلی قرار دارند. بررسی ترجیحات افراد برای استفاده

از انرژی‌های تجدیدپذیر در مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که ترجیحات افراد برای تمایل به پرداخت با توجه به ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی افراد با هم متفاوت می‌باشد. ویژگی‌های درنظرگرفته‌شده در آزمون انتخاب هر مطالعه با توجه به موقعیت مکانی و زمانی مطالعات با یکدیگر متفاوت می‌باشد و تنها نقطه اشتراک میان مطالعات در ویژگی‌ها، ویژگی قیمت می‌باشد. پژوهش حاضر به بررسی ترجیحات کشاورزان شمال کشور برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازد که به این منظور از الگوهای لاجیت چندگانه (MNL)، لاجیت مختلط (RPL)، کلاس پنهان (LC) و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی (LC-RPL) استفاده می‌شود. مروری بر مطالعات گذشته نشان می‌دهد که مطالعه‌ای در زمینه بررسی ترجیحات کشاورزان برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در داخل ایران انجام نشده است. بررسی الگوهای توسعه یافته ناهمگنی ترجیحات در مطالعات خارجی دارای سابقه بیشتری می‌باشد (الگوی LC-RPL)؛ چنانکه در مطالعات داخلی بررسی ناهمگنی ترجیحات با استفاده از مقایسه الگوهای لاجیت متداخل و لاجیت متداخل با اثرات متقابل، کلاس پنهان، کلاس پنهان چندسطحی انجام شده است؛ اما مطالعه‌ای در زمینه مدل ترکیبی LC-RPL در داخل کشور توسط محقق یافت نگردیده است. همچنین، مطالعات خارجی انجام شده به طور ضمنی نشان می‌دهند که سایر کشورها از انرژی‌های تجدیدپذیر به میزان بیشتری از کشور ما بهره می‌برند و بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه توسعه و گسترش استفاده از این انرژی‌ها می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه بررسی ترجیحات کشاورزان برای استفاده از انرژی خورشیدی در شهر ساری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

رویکرد آزمون انتخاب گسسته در فرمی که امروز شناخته شده در اوایل دهه ۱۹۸۰ توسط لوویر و وودورث (۱۸)، اولین بار با استفاده از اصطلاح «آزمون انتخاب» توسعه داده شد (۱۵). روش‌های آزمون انتخاب به محققان اجازه می‌دهد که بر ارزشگذاری تغییرات نهایی به عنوان ویژگی‌های چندبعدی به جای تغییرات گسسته تمرکز کنند. انتخاب میان گزینه‌ها، پاسخ‌دهندگان را تشویق می‌کند تا ترجیحات خود را در جزئیات مرتبط با برنامه‌های مدیریتی مختلف مورد بررسی قرار دهند (۷). رهیافت آزمون انتخاب شامل چند مرحله می‌باشد که عبارتند از طراحی آزمون انتخاب، تعیین حجم نمونه و روش گردآوری اطلاعات، فرآیند برآورد و مدلسازی آزمون انتخاب. طراحی یک آزمون انتخاب در برگیرنده‌ی پنج مرحله مهم و اساسی می‌باشد که عبارتند از تعریف ویژگی‌ها، تعیین سطوح مرتبط، انجام طرح آزمایشی، ساخت مجموعه‌های انتخاب و اندازه‌گیری ترجیحات (۴ و ۲۴). پس از تعیین معیارهای اثرگذار بر اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر (معیارهای فنی، محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی)، به منظور بررسی تمایل به پرداخت کشاورزان ساری، اقدام به طراحی پرسشنامه آزمون انتخاب گردید. معیارهای به‌دست آمده از بررسی اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان ویژگی‌های آزمون انتخاب در نظر گرفته شد و ویژگی قیمت نیز به معیارهای فوق افزوده گردید. در مجموع شش ویژگی فنی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، محیط‌زیستی و قیمت برای بررسی تمایل به پرداخت کشاورزان در نظر گرفته شد. با بررسی مطالعات انجام شده و وضعیت فعلی، سطوح هر یک از ویژگی‌های موردنظر تعیین گردید. به منظور تعیین سطوح ویژگی قیمت این نکات در نظر گرفته شد؛ قیمت برق کشاورزی به ازای هر کیلووات ساعت ۳۸۳ ریال می‌باشد (۳۰) که مقدار تقریبی ۴۰۰ ریال برای وضعیت کنونی در نظر گرفته شد. برای تعیین سطوح بعدی ویژگی قیمت، با توجه به اینکه انرژی خورشیدی اولویت اول برای مناطق شمالی محسوب می‌شود، هزینه تمام شده هر کیلووات ساعت برق تولیدی انرژی خورشیدی برابر ۳۳۷۹/۲۲ ریال می‌باشد (۲۳)؛ برای سطح ۲۵ درصد بهبود در وضعیت کنونی، با فرض تأمین ۲۵ درصدی برق از انرژی خورشیدی با نرخ ۳۳۸۰ ریال و تأمین ۷۵ درصد دیگر از سوخت‌های فسیلی با نرخ ۴۰۰ ریال، قیمت برق به ازای هر کیلووات ۱۰۰۰ ریال محاسبه گردید. همینطور، برای سطح ۵۰ درصد بهبود در وضعیت کنونی، با احتساب تأمین ۵۰ درصدی برق از انرژی خورشیدی با نرخ ۳۳۷۹/۲۲ ریال و تأمین ۵۰ درصد دیگر از انرژی فسیلی با نرخ ۴۰۰ ریال، قیمت برق به ازای هر کیلووات ۲۰۰۰ ریال محاسبه گردید. در جدول ۱، ویژگی‌ها و سطوح متناظر در کارت آزمون انتخاب ارائه شده است.

با توجه به تعداد ویژگی‌ها و سطوح متناظر آن که برابر با ۶ ویژگی که هر کدام دارای ۳ سطح می‌باشد، تعداد کل کارت‌های مجموعه آزمون انتخاب برابر با $3^6 = 729$ کارت به‌دست آمد. از آنجایی‌که پاسخگویی به کلیه حالات، به دلیل زمان‌بر بودن آن امکان‌پذیر نبوده و منجر به سردرگمی پاسخگویان به هنگام پاسخ‌دهی به وضعیت‌های مختلف طراحی شده در هر مجموعه می‌گردد و نیز قدرت برآورد را کاهش می‌دهد، به همین منظور، با استفاده از روش فاکتوریل کسری و با استفاده از نرم‌افزار SPSS، تعداد کل حالات ممکن به هشت کارت کاهش یافت. نمونه‌ای از کارت آزمون انتخاب طراحی شده در جدول ۲ ارائه شده است.

پس از طراحی کارت‌های آزمون انتخاب، هشت مجموعه انتخاب برای هر پرسشنامه مشخص شد، که هر مجموعه انتخاب شامل سه گزینه A، B و C بوده که گزینه C در آن بیانگر وضعیت کنونی می‌باشد. پس از انتخاب ویژگی‌ها و سطوح آن‌ها و طراحی مجموعه‌های انتخاب، جهت گردآوری اطلاعات، نیاز به تدوین پرسشنامه می‌باشد. پرسشنامه‌های طراحی شده برای آزمون انتخاب به طور معمول شامل چند بخش می‌باشند؛ بخشی که سوالات مربوط به ویژگی‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی افراد مانند، سن، جنسیت،

سطح تحصیلات، میزان درآمد و ... در آن پرسیده می‌شود و بخش دیگر پرسشنامه که شامل مجموعه‌های انتخاب است که پاسخ‌دهنده باید در هر مجموعه انتخاب از بین گزینه‌های موجود، گزینه‌ای که بیشترین ارجحیت یا ترجیح را برای وی به همراه دارد، انتخاب نماید. این بخش، مهم‌ترین بخش پرسشنامه بوده و لازم است که پاسخ‌دهندگان با ویژگی‌های مطرح شده در این گزینه‌ها آشنا شوند؛ بنابراین، اطلاعات مربوطه به مخاطبین به صورت کتبی یا شفاهی باید ارائه گردد (۱).

جدول ۱- ویژگی‌ها و سطوح متناظر در آزمون انتخاب

Table 1- Characteristics and corresponding levels in the Choice Experiment

ویژگی‌ها **Attributes**	توضیحات **Description**	سطح صفر **Zero level**	سطح یک **First level**	سطح دو **Second level**
فنی Technical	ظرفیت برق تولیدی از انرژی خورشیدی در وضعیت کنونی برابر ۹۱۶۴/۲ کیلووات می‌باشد که معادل مصرف برق خانگی ۲/۵ سال یک خانوار روستایی است The capacity of electricity generated from solar energy in the current situation is equal to 9164.2 kW, which is equivalent to 2.5 years of household electricity consumption of a rural household.	وضعیت کنونی The status quo	۲۵٪ بهبود 25 % Improvement	۵۰ ٪ بهبود 50 % Improvement
محیطزیستی Environmental	خسارت ۱/۵۷ میلیارد دلار ناشی از انتشار گازهای آلاینده بخش کشاورزی که معادل احداث ده هزار واحد گاوداری شیری، ۱۸ هزار واحد گلخانه گیاهان دارویی، ۲۷۶ هزار واحد تولید قارچ دکمه‌ای، ۷۰ هزار واحد پرورش ماهی قزل‌آلا، ۲۳۰ هزار واحد زنبورداری، ۳۶۱ هزار واحد مرغ تخمگذار بومی، ۲۶ هزار واحد گوسفند داشتی Damage of $ 1.57 billion due to the emission of polluting gases in the agricultural sector, which is equivalent to the construction of 10,000 dairy farms, 18,000 greenhouse units of medicinal plants, 276,000 units of mushroom production, 70,000 rainbow trout farming units, 230,000 beekeeping units, 361,000 native laying hens and 26,000 sheep مرگ‌ومیر ۲۷۱۷۸ نفر در کشور در اثر آلودگی هوا 27178 people died in the country due to air pollution	وضعیت کنونی The status quo	۲۵٪ بهبود 25 % Improvement	۵۰ ٪ بهبود 50 % Improvemen
اقتصادی Economical	۲۶/۲۷ میلیارد دلار یارانه سوخت‌های فسیلی که با این میزان یارانه می‌توان ۲۲۰ هزارتا ۶۶۰ هزار شغل صنعتی ایجاد کرد و یا می‌توان ۱۷۱ هزار واحد گاوداری شیری، ۳۰۹ هزار گلخانه گیاهان دارویی، چهار میلیون و ششصد هزار واحد تولید قارچ دکمه‌ای، ۱۱۷۱۰۰۰ واحد پرورش ماهی قزل‌آلا، ۴ میلیون واحد زنبورداری، ۶ میلیون واحد مرغ تخم‌گذار بومی، ۴۴۱ هزار واحد گوسفند داشتی، احداث کرد. $ 26.27 billion in fossil fuel subsidies, which can create 220,000 to 660,000 industrial jobs and or you can have 171,000 dairy farms, 309,000 medicinal plants greenhouses, 4.6 million mushroom production units, 1171,000 salmon farming units, 4 million beekeeping units, 6 million native laying hens, 441,000 sheep units.	وضعیت کنونی The status quo	۲۵٪ بهبود 25 % Improvement	۵۰ ٪ بهبود 50 % Improvemen
سیاسی Political	قیمت فروش برق به کشاورزان به‌طور متوسط ۴۰۰ ریال، اما قیمت خرید تضمینی برق توسط دولت از تولیدکنندگان انرژی تجدیدپذیر مابه‌التفاوت حدود ۷۵۰۰ ریال است. The average selling price of electricity to farmers is 400 rials, but the purchase price of electricity guaranteed by the government of renewable energy producers is about 7,500 rials. وابستگی ۷۰ تا ۷۵ درصدی کشور به قطعات خارجی 70 to 75 percent of the country's dependence on foreign parts	وضعیت کنونی The status quo	۲۵٪ بهبود 25 % Improvement	۵۰ ٪ بهبود 50 % Improvemen
اجتماعی Social	تمایل به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ماهانه ۱۲۴۲۶۰ ریال Willingness to pay to use renewable energy monthly 124260 Rials	وضعیت کنونی The status quo	۲۵٪ بهبود 25 % Improvement	۵۰ ٪ بهبود 50 % Improvemen
قیمت Price	۴۰۰ ریال به ازای هر کیلووات برق مصرفی کشاورزی 400 Rials per kilowatt of agricultural electricity	۴۰۰ ریال 400 Rials	۱۰۰۰ ریال 1000 Rials	۲۰۰۰ریال 2000 Rials

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۲- نمونه کارت آزمون انتخاب
Table 2- Sample Card of Choice Experiment

معیارها Criteria	A	B	C
فنی Technical	۵۰ ٪ بهبود 50% improvement	۲۵ ٪ بهبود 25% improvement	
محیطزیستی Environmental	۵۰ ٪ بهبود 50% improvement	۲۵ ٪ بهبود 25% improvement	
اقتصادی Economical	۵۰ ٪ بهبود 50% improvement	۲۵ ٪ بهبود 25% improvement	وضعیت موجود The status quo
سیاسی Political	۲۵ ٪ بهبود 25% improvement	۵۰ ٪ بهبود 50% improvement	
اجتماعی Social	۲۵ ٪ بهبود 25% improvement	۵۰ ٪ بهبود 50% improvement	
قیمت Price	۲۰۰۰ ریال به ازای هر کیلووات مصرف برق 2000 Rials per kilowatt of electricity consumption	۱۰۰۰ ریال به ازای هر کیلووات مصرف برق 1000 Rials per kilowatt of electricity consumption	۴۰۰ ریال به ازای هر کیلووات مصرف برق 400 Rials per kilowatt of electricity consumption
گزینه Option	○	○	○

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research Findings

کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی

کلاس پنهان لاجیت پارامترهای تصادفی، ویژگی‌های تعریف شده را هم از کلاس پنهان و هم از مدل پارامترهای تصادفی لاجیت محاسبه می‌نماید که از قبلی به صرفه‌تر و از مدل‌های دیگر انعطاف‌پذیرتر است. در نتیجه، با اجازه به تغییرات سلیقه در میان افراد در یک گروه مشابه، این رویکرد جدید بینش اضافی در مورد ناهمگنی ترجیحات و تفسیر غنی‌تر از توزیع اثرات رفاهی از تغییرات سیاست در سراسر جمعیت ارائه می‌دهد. هر دو مدل LC و RPL اجازه تغییر در بردار در میان افراد را می‌دهند. LC-RPL فرض می‌کند که پاسخ‌دهندگان در کلاس‌های گسسته مانند مدل کلاس پنهان قرار می‌گیرند، اما اجازه تغییر در داخل هر کلاس را می دهند. مدل به طور همزمان پاسخ‌دهندگان را به چند بخش براساس ویژگی‌های فردی یا گرایش نگرشی و برآورد پارامترهای مطلوبیت براساس روش پارامتر تصادفی در هر کلاس تقسیم می‌کند (۳۹). تابع لگاریتم درستنمایی برای LC-RPL به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (۳۹):

$$LnL=\sum_{i=1}^{N} lnP_i = \sum_{i=1}^{N} ln \sum_{c=1}^{C} [(\frac{\exp(\theta_c Z_i)}{\sum_{c=1}\exp(\theta_c Z_i)}) * \prod_{k=1}^{K}(\prod_{ik|c}) \quad (۱)$$

معادله (۱) به صورت فرم بسته جزئی یا شبیه سازی جزئی است که به صورت فرم باز در رابطه (۲) می‌باشد:

$$پ\pi_{ik|c} = \int \frac{\exp(X_{ijk}\beta_c)}{\sum_{j=1}\exp(X_{ijk}\beta_c)} f(\beta_c) d\beta_c \quad (۲)$$

پس از تخمین مدل، قیمت‌های ضمنی را می‌توان برای هریک از ویژگی‌ها و سطوح متناظر محاسبه کرد. این ارزش‌های متوسط، نرخ نهایی جانشینی بین ویژگی‌های غیربازاری و ویژگی پولی را نشان می‌دهند و از نسبت ضریب ویژگی غیرپولی به ضریب ویژگی پولی به‌دست می‌آید:

$$WTP = -\frac{\beta_{non-monetary}}{\beta_{monetary}} \quad (۳)$$

در این مطالعه، متغیرهای مستقل، شامل ویژگی‌های مجموعه‌های انتخاب است که عبارتند از ویژگی‌های فنی، محیطزیستی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و قیمت.

$$Y=f(Tech, Env, Ecn, Pltc, Scl, Pr, z) \quad (۴)$$

که در آن Y متغیر وابسته و نشان‌دهنده مقدار تمایل کشاورزان برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، Tech ویژگی فنی، Env ویژگی محیطزیستی، Ecn ویژگی اقتصادی، Pltc ویژگی سیاسی، Scl ویژگی اجتماعی، Pr قیمت و z متغیرهای اجتماعی- اقتصادی (سن، نوع فعالیت کشاورزی، درآمد خانوار، هزینه خانوار، تحصیلات و آگاهی) می‌باشد. در این مطالعه به منظور انجام اولویت‌بندی انرژی‌های تجدیدپذیر از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده گردید؛ جهت برآورد مدل با روش‌های لاجیت چندگانه، لاجیت پارامتر تصادفی و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی از نرم‌افزارهای STATA و NLOGIT 6.0 استفاده گردید.

نتایج و بحث

جهت بررسی ترجیحات کشاورزان برای استفاده از انرژی

خورشیدی، ۹۸ پرسشنامه از کشاورزان در شهر ساری در شهریور ۱۳۹۸ تکمیل گردید. هر پرسشنامه شامل ۸ کارت آزمون انتخاب و هر کارت شامل سه گزینه بوده است که بر این اساس، تعداد مشاهدات در شهر ساری برابر ۲۳۵۲ مشاهده می‌باشد. میانگین سنی کشاورزان، ۴۴/۷ سال، جوان‌ترین پاسخ‌گو ۲۴ ساله و مسن‌ترین پاسخ‌گو ۷۵ ساله بوده است. تعداد سال‌های تحصیل کشاورزان به طور میانگین ۱۳ سال بوده است. متوسط بعد خانوار ۴/۱۷ نفر، میانگین هزینه خانوار ۴۵/۷۰ میلیون ریال و میانگین درآمد ماهانه خانوار ۷۴/۳۲ میلیون ریال بوده است. به‌منظور سنجش سطح آگاهی کشاورزان از انرژی‌های تجدیدپذیر، پنج سوال مطرح گردید که در آن از ویژگی‌های انرژی‌های تجدیدپذیر (بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی، زیست‌توده و برق‌آبی) استفاده شد؛ از پاسخ کشاورزان به سوالات مطرح شده، سطح آگاهی آنان نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر محاسبه گردید. براین اساس، به طور متوسط ۷۵ درصد از کشاورزان از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر آگاهی دارند. نتایج ویژگی‌های اجتماعی اقتصادی کشاورزان شهر ساری در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- ویژگی‌های اجتماعی اقتصادی کشاورزان شهر ساری

Table 3- Socio-economic characteristics of farmers in Sari

ویژگی‌های فردی Individual characteristics	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	حداقل Minimum	حداکثر Maximum
سن Age	44.77	11.46	24	74
سطح تحصیلات (سال‌های تحصیل) Educational level (years of study)	13.15	4.13	0	20
تعداد اعضای خانواده Number of family members	4.173	1.70	1	12
هزینه خانوار (میلیون ریال) Household expenses (million Rials)	45.70	71.46	5	700
درآمد خانوار (میلیون ریال) Household income (million Rials)	74.32	117.84	10	1000
سطح آگاهی (طیف پنج تایی) Awareness level (range of five)	3.75	1.30	0	5

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

هدف از انجام این مطالعه، بررسی ترجیحات کشاورزان شهر ساری برای استفاده از انرژی خورشیدی می‌باشد که به این منظور از روش‌های لاجیت چندجمله‌ای، لاجیت پارامتر تصادفی، کلاس پنهان و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی استفاده می‌گردد. نتایج برآورد مدل با استفاده از روش لاجیت چندگانه که در جدول ۴ آمده است. ویژگی‌های محیطزیستی و قیمت در سطح یک درصد و ویژگی اقتصادی در سطح پنج درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بوده اما ویژگی‌های سیاسی، اجتماعی و فنی از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد. جمله‌های ثابت (ASC) در گزینه اول و گزینه دوم از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند. براساس نتایج برآورد روش لاجیت پارامتر تصادفی در جدول ۴، ویژگی‌های محیطزیستی، اقتصادی و قیمت از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. ویژگی‌های فنی، سیاسی و اجتماعی از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند که نشان می‌دهد کشاورزان تفاوت معنی‌داری برای این دو ویژگی قائل نمی‌باشند. جمله‌های ثابت (ASC) در گزینه اول در سطح پنج درصد و گزینه دوم در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. همانطور که نتایج برآورد کلاس پنهان در جدول ۴ نشان می‌دهد در کلاس اول، ویژگی‌های محیطزیستی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و قیمت از لحاظ آماری در سطح یک درصد و ویژگی فنی در سطح ده درصد معنی‌دار می‌باشند. عرض از مبدأ (ASC) از لحاظ آماری در سطح یک درصد در کلاس اول معنی‌دار می‌باشد. در کلاس دوم، ویژگی فنی در سطح پنج درصد و ویژگی محیطزیستی در سطح ده درصد معنی‌دار و سایر ویژگی‌های مورد بررسی در کلاس دوم از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند. حساس‌ترین کلاس، کلاس اول می‌باشد و کشاورزان کلاس دوم، کلاس پایه در نظر گرفته می‌شوند. نتایج بدست آمده از بررسی آماره‌های بیزین و آکائیک کلاس‌های مختلف نشان داد که دو کلاس کمترین مقادیر آماره آکائیک و بیزین را دارد و کلاس مناسب می‌باشد. پس از تعیین کلاس مناسب، مدل برآورد گردید. نتایج برآورد مدل با روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی در جدول ۴ آمده است. در کلاس اول ویژگی‌های محیطزیستی و قیمت در سطح یک درصد و ویژگی اقتصادی در سطح پنج درصد معنی‌دار شده‌اند. همچنین، متغیر عرض از مبدأ (ASC) در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد اما، در کلاس دوم، ویژگی‌های مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند. ویژگی‌های فنی، محیطزیستی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و قیمت و نیز گزینه وضعیت موجود یا عرض از مبدأ (ASC)

در کلاس دوم به‌دلیل عدم معنی‌داری آماری بر مطلوبیت کشاورزان تأثیری ندارد. نتایج ویژگی‌های برآورد شده جهت بررسی ترجیحات کشاورزان برای استفاده از انرژی خورشیدی در مدل‌های لاجیت چندگانه، لاجیت پارامتر تصادفی، کلاس پنهان، کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی در جدول ۴ آمده است. ویژگی فنی در هیچ کدام از روش‌های مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده و نشان می‌دهد که این ویژگی برای کشاورزان مطلوبیتی ندارد. ویژگی‌های اقتصادی و محیطزیستی در هر چهار روش مورد بررسی معنی‌دار بوده و بزرگی ضریب برآورد شده ویژگی اقتصادی در روش لاجیت پارامتر تصادفی از سایر روش‌ها بیشتر و در روش لاجیت چندگانه، از سایر روش‌ها کمتر بوده است. همینطور، بررسی کلاس پنهان و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی نشان می‌دهد که میان دو مدل از نظر ضرایب برآوردی در کلاس اول تفاوت زیادی مشاهده نمی‌گردد، اما مقایسه ضرایب کلاس‌های دوم دو مدل (کلاس پایه) نشان می‌دهد که ضرایب در کلاس پایه دو مدل، تفاوت بیشتری با یکدیگر دارند.

جدول ۴- مقایسه ویژگی‌های برآورد شده در مدل‌های مختلف در شهر ساری

Table 4- Comparison of estimated attribues in different models in Sari

نام متغیر The variable name	لاجیت چندگانه Multinominal Logit	لاجیت پارامتر تصادفی Random parameter Logit	کلاس پنهان Latent class کلاس اول First class	 کلاس دوم Second class	کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی Latent class random parameter Logit کلاس اول First class	 کلاس دوم Second class
فنی Technical	0.0125 (0.8841)	0.0257 (0.7929)	0.1471 (0.0890)	-1.5703 (0.037)	0.0347 (0.6890)	-0.8368 (0.214)
محیطزیستی Environmental	0.4676 (0.000)	0.5984 (0.000)	0.6476 (0.000)	-1.5711 (0.060)	0.4849 (0.000)	-7.3301 (0.9844)
اقتصادی Economical	0.2140 (0.0130)	0.2711 (0.0056)	0.3378 (0.000)	0.4716 (0.577)	0.1849 (0.0328)	7.8023 (0.9834)
سیاسی Political	0.1256 (0.1794)	0.1641 (0.1264)	0.2921 (0.001)	0.4447 (0.459)	0.13167 (0.1591)	7.9314 (0.9831)
اجتماعی Social	0.1314 (0.1767)	0.1576 (0.1549)	0.2316 (0.009)	0.3685 (0.546)	0.0687 (0.4629)	7.9246 (0.6286)
قیمت Price	−0.00068 (0.000)	−0.00159 (0.000)	-0.00063 (0.000)	−0.00038 (0.625)	-0.00069 (0.000)	0.00038 (0.9821)
لگاریتم راستنمایی Log likelihood	−708.7421	-624.49	-626.38		-611.13	
اماره آکائیک AIC	1453.5	1287	1302.77		1256.3	
آماره بیزین BIC	1496.58	1303.98	1312.554		1271.46	

مأخذ: یافته‌های تحقیق اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده سطح احتمال متغیر مورد بررسی می‌باشد.

The numbers in parentheses indicate the probability level of the variable. Source: Research findings

نتایج بررسی تمایل به پرداخت کشاورزان با استفاده از روش‌های مختلف در شهر ساری در جدول ۵ ارائه شده است. کشاورزان برای ویژگی‌های محیطزیستی و اقتصادی در هر چهار روش مورد بررسی تمایل داشتند و تمایل به پرداخت برای ویژگی اقتصادی در روش کلاس پنهان از سایر روش‌ها بیشتر بوده است؛ براساس نتایج به‌دست آمده، تمایل به پرداخت نهایی کشاورزان برای استفاده از انرژی خورشیدی در ساری با به‌کارگیری روش لاجیت چندگانه برابر با ۱۰۰۲/۴۹ ریال به ازای هر کیلووات، روش لاجیت پارامتر تصادفی ۵۴۶/۸۵ ریال به ازای هر کیلووات، روش کلاس پنهان ۲۶۲۸/۸۷ ریال به ازای هر کیلووات و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی ۹۷۰/۷۲ ریال به ازای هر کیلووات می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقایسه نتایج بدست آمده از چهار روش مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار ضریب برآورد شده برای ویژگی محیطزیستی در روش کلاس پنهان و کمترین مقدار در روش لاجیت چندگانه بوده است؛ مقایسه روش‌های برازش شده نشان می‌دهد که بیشترین لگاریتم درستنمایی مربوط به روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی و کمترین مقدار مربوط به روش لاجیت چندگانه می‌باشد. بر همین اساس، بیشترین مقدار آماره آکائیک و بیزین مربوط به روش لاجیت چندگانه و کمترین مقدار مربوط به روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی می‌باشد که بر طبق معیار خوبی برازش، روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی از سایر روش‌ها بهتر می‌باشد. نتایج به‌دست آمده با مطالعه یو و ردی (۳۸) مطابق می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه تمایل به پرداخت برآورد شده در مدل‌های مختلف در شهر ساری
Table 5- Comparison of estimated willingness to pay in different models in Sari

نام متغیر The variable name	لاجیت چندگانه Multinominal Logit	لاجیت پارامتر تصادفی Random parameter Logit	کلاس پنهان Latent class	کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی Latent class random parameter Logit
فنی Technical	–	–	233.49	–
محیطزیستی Environmental	687.76	376.35	1027.93	702.75
اقتصادی Economical	314.73	170.50	536.19	267.97
سیاسی Political	–	–	463.65	–
اجتماعی Social	–	–	367.61	–
تمایل به پرداخت نهایی (ریال به ازای هر کیلووات) Marginal Willingness to pay (Rials per kilowatt)	1002.49	546.85	2628.87	970.72

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

تمایل به پرداخت براساس، برازش بهترین مدل که کلاس پنهان لاجیت پـارامتر تصـادفی مـی‌باشـد، نشـان مـی‌دهـد کـه ترجیحـات کشاورزان از ویژگی‌های محیطزیستی، اجتماعی، سیاسی و اقتصـادی تأثیر می‌پذیرد. همچنین، مقادیر تمایل به پرداخت بـرای هـر ویژگـی باهم تفاوت دارد به طوری‌که بیشترین مقدار تمایل به پرداخـت بـرای ویژگی محیطزیستی در روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصـادفی و کمترین مقدار در روش لاجیت چندگانه برآورد گردیده است. بیشترین مقدار تمایل به پرداخت برای ویژگی محیطزیستی در مطالعات بیانی و همکاران (۵)، کو و یو (۱۶) و وهـابی‌راد و همکـاران (۳۲) نیـز دیـده می‌شود و مطابقت دارد. تمایل بـه پرداخـت نهـایی، در روش لاجیـت چندگانه بیشترین و در لاجیت پارامتر تصادفی کمترین مقادیر را داشته است. به طور کلی، تمایل به پرداخت نهایی کشاورزان در ساری برای ویژگی‌های مورد مطالعه با روش کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی برابـر ۹۷۰/۷۲ ریـال بـه ازای هـر کیلـووات بـرآورد مـی‌گـردد کـه نشان‌دهنده‌ی این مطلب است کـه کشـاورزان بـرای بهبـود وضـعیت کنونی تمایل دارند تا از انرژی خورشیدی اسـتفاده نماینـد. همینطـور، بررسی نتایج حاصل از برازش مـدل‌هـای لاجیـت پـارامتر تصـادفی، کلاس پنهان و کلاس پنهان لاجیت پارامتر تصادفی، وجود ناهمگنی در ترجیحات کشاورزان ساری تأیید می‌نماید که با مطالعـه یـو و ردی (۳۸) و کمپبل و همکاران (۶) مطابقت دارد. آشنایی کشاورزان با عواقب اسـتفاده از سـوخت‌هـای فسـیلی بـر محـیطزیسـت و سـوزاندن بقایـای کشاورزی و راهکارهای جایگزین آن نیز، می‌تواند باعث افزایش ترجیحات کشاورزان برای به‌کارگیری این انرژی‌ها گردد و نیز منجر به بهبود شرایط محیطزیست در بلندمدت شود. تأیید وجود ناهمگنی در تمایل بـه پرداخـت کشاورزان به مفهوم ایجاد سیاست‌هـای حمـایتی بـرای سیاسـتگذاری بـه منظـور افـزایش تولیـدات انـرژی‌هـای تجدیدپـذیر مـی‌باشـد. شـناخت ویژگـی‌هـای مـؤثر بـر ترجیحـات مـی‌توانـد سیاسـتگذاران را در اتخـاذ سیاست‌های جدید یاری رساند. در این راسـتا، پیشـنهاد مـی‌شـود هماننـد بسیاری از کشورها، بررسی در زمینه تمایل به پرداخـت افـراد و مطلوبیـت آن‌ها بـه صـورت دوره‌هـای ۳ الـی ۴ سـاله تکـرار شـود تـا تغییـرات در ترجیحات افراد شناسایی شود.

منابع

1. Alpizar F., Carlsson F., and Martinsson P. 2001. Using Choice Experiments for Non-Market Valuation. Working Papers in Economics/Göteborg University, Dept. of Economics; No. 52.
2. Amirhajloo R., Fatahi Ardakani A., Fehresti M., and Neshat A. 2018. Estimation of Economic Value of Hydraulic Structures Damages on the Environment (Case Study: Zayandeh Rood Dam). Journal of Agricultural Economics and Development 32(2): 167-183. (In Persian)

3. Azarova V., Cohen J., Friedl C., and Reichl J. 2019. Designing Local Renewable Energy Communities to Increase Social Acceptance: Evidence from a Choice Experiment in Austria, Germany, Italy, and Switzerland. Energy Policy 132: 1176–1183.
4. Bateman I.J., Carson R.T., Day B., Hanemann M., Hanley N., Hett T., Jones-Lee M., Loomes G., Mourato S., Özdemiroglu E., and Pearce D.W. 2002. Economic Valuation with Stated Preference Techniques: a Manual. Massachusetts: Edward Elgar Publishing.
5. Bayani A., Abolhasani L., Shahnoushi N., and Mohammadi H. 2017. Estimation of Economic Value of Recreational Services of Naharkhoran Park Using Choice Experiment Method. Journal of Natural Environment 70(4): 799-812. (In Persian).
6. Campbell R.M., Venn T.J., and Anderson N.M. 2018. Heterogeneity in Preferences for Woody Biomass Energy in the US Mountain West. Ecological Economics 145: 27-37.
7. Chaikaew P., Hodges A. W. and Grunwald S. 2017. Estimating the Value of Ecosystem Services in a Mixed-Use Watershed: A Choice Experiment Approach. Ecosystem Services 23: 228-237.
8. Economic Report of Mazandaran Province. 2017. General Department of Economy and Finance of Mazandaran Province. (In Persian)
9. Energy balance sheet. 2016. Deputy Minister of Electricity and Energy, Ministry of Energy. (In Persian)
10. Eskandari Damaneh H., Noroozi H., Naybandi Atashi M.R., Kalhori S., and Rafiee H. 2019. Estimating the Willingness to Pay for Air Quality Improvement with Emphasis on Agriculture and Natural Resources in Ahvaz County. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 50-2(3): 451-465. (In Persian)
11. Ghorbani M., and Mohammad Rezazadeh Bazaz N. 2017. Willingness to Pay for Environment-Oriented Energies in Khorasan-Razavi Province: Application of Spatial Tobit model. Journal of Natural Environment 70(2): 385-396. (In Persian)
12. Hamdollahi A., Mohammadi H., and Khatib Semnani M. 2016. Economic Evaluation of Solar Energy in Iran's Agricultural and Rural Sector 2(5): 83-100. (In Persian)
13. Hayati B., Salehnia M., and Molaei M. 2017. Dealing with Heterogeneous Preferences Concerned with Lake Urmia Restoration Using Multilevel Latent Class Model. Journal of Agricultural Economics and Development 30(4): 285-296. (In Persian)
14. Jalili Kamjoo S. P., Maboudi R., Khouchani R., and Nademi Y. 2017. Choice Experiment –Conditional Logit: a New Approach in Estimate of Visitor’s WTP Environmental. Environmental Research 7(14): 115-126. (In Persian)
15. Kjær T. 2005. A Review of the Discrete Choice Experiment-With Emphasis on its Application in Health Care.
16. Ku S.J., and Yoo S.H. 2010. Willingness to Pay for Renewable Energy Investment in Korea: A Choice Experiment Study. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(8): 2196-2201.
17. Lee H.J., Huh S.Y., and Yoo S.H. 2018. Social Preferences for Small-S'cale Solar Photovoltaic Power Plants in South Korea: A Choice Experiment Study. Sustainability 10(10): 3589.
18. Louviere J.J., and Woodworth G. 1983. Design and Analysis of Simulated Consumer Choice or Allocation Experiments: An Approach Based on Aggregate Data. Journal of Marketing Research 20(4): 350-367.
19. Mohammadi M., and Sabouri M.S. 2016. Analyzing the Role of Increased Energy Prices on the Renewable Energy Adoption by Birder of Garmsar Township. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 47(4): 913-927. (In Persian)
20. Murakami K., Ida T., Tanaka M., and Freidman L. 2014. Consumers' Willingness to Pay for Renewable and Nuclear Energy: A Comparative Analysis between the US and Japan. Energy Economics 50: 178-189.
21. Pishbahar A., Mahmoudi H., and Hayati B. 2019. Investigating Non-Attendance of Attributes in Choice Experiment with Endogenous Attribute Non-Attendance (Case Study: Organic Tea Consumers in Tehran). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 50-2(3): 437-449. (In Persian)
22. Razeghi M., Sha’banali Fami H., and Rezaiee R.A. 2013. Factors Influencing on Farmers' Willingness in Equipping Farm to Renewable Energies Technology. Agricultural Extension and Education Research 6(4): 87-106. (In Persian)
23. Renewable Energy and Electricity Efficiency Organization (SATBA). 2018. www. Satba.gov.ir. (In Persian)
24. Rezende C.E., Kahn J.R., Passareli L., and Vásquez W.F. 2015. An Economic Valuation of Mangrove Restoration in Brazil. Ecological Economics 120: 296-302.
25. Sagebiel J., Müller J.R., and Rommel J. 2014. Are Consumers willing to pay more for Electricity from Cooperatives? Results from an Online Choice Experiment in Germany. Energy Research & Social Science 2: 90-101.
26. Samadi S., Jalili Kamjoo S.P., Rahimi T., and Shirinkhah Y. 2015. Assessing Preferences and Estimating the Willingness of Isfahani Citizens to Pay for the Use of Clean Air: A Selection Modeling Approach and a Conditional Logit Model. Urban and Regional Studies and Researches 7(25): 141-162. (In Persian)
27. Sharzehi G., and Jalili Kamjoo S.P. 2013. Choice Modeling: A New Approach to Valuation of Environmental Commodity; Case Study: Ganjnameh, Hamadan. Quarterly Journal of Economic Research 13(3): 1-18. (In Persian)
28. Soliño M., Farizo B.A., Vázquez M.X., and Prada A. 2012. Generating Electricity with Forest Biomass:

Consistency and Payment Timeframe Effects in Choice Experiments. Energy Policy 41: 798-806.
29. Statistical Yearbook of Mazandaran Province. 2017. Management and Planning Organization of Mazandaran province. (In Persian)
30. Tehran Air Quality Report. 2016. http://air.tehran.ir. (In Persian)
31. Vahhabi rad S., Khodaverdizadeh M., and Hashemibonab S. 2019. Estimate the Value of Improving Air Quality in the Tehran City: Application Choice Experiment Method. Journal of Environmental Studies 45(2): 269-286. (In Persian)
32. Vakili Ghaserian N., Molaei M., and Khodaverdizadeh M. 2017. Application of Choice Experiment in Determining the Value of Natural Functions of Zarivar Lake. Agricultural Economics Research 9(35): 183-206. (In Persian)
33. Vecchiato D., and Tempesta T. 2015. Public Preferences for Electricity Contracts Including Renewable Energy: A Marketing Analysis with Choice Experiments. Energy 88: 168-179.
34. World Bank Group. 2019. State and Trends of Carbon Pricing 2019. Washington, DC: World Bank. World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31755 License: CC BY 3.0 IGO.
35. World Bank. (WB). 2017. Available at: http://data.worldbank.org/indicator.
36. World Health Organization (WHO). 2019. www.Who.int
37. Yoo J., and Ready R.C. 2014. Preference Heterogeneity for Renewable Energy Technology, Energy Economics 42: 101-114.
38. Yoo J.W. 2011. Advances in Nonmarket Valuation Econometrics: Spatial Heterogeneity in Hedonic Pricing Models and Preference Heterogeneity in Stated Preference Models. Dissertation of Agricultural Economics, Pennsylvania State University.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 35, No. 3, Fall 2021, p. 219-230

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۲۳۰-۲۱۹

Investigating the Heterogeneity of Farmers' Preferences for Solar Energy Use

M. Taslimi[1]- H. Amirnejad[2*]- S.M. Mojaverian[3]- H. Azadi [4]
Received: 07-01-2021
Accepted: 26-04-2021

Introduction: The final energy consumption per capita in Iran in the agricultural sector is 3.4, as well for household sector is 2, besides the commercial and public sectors are 1.6, and transportation and industry are 1.4 times the global average. This is due to low efficiency in operation, high energy consumption, as well as the use of energy goods and services. The use of renewable energy in the agricultural sector, while increasing the security of energy supply, will reduce global warming, stimulate economic growth, create jobs, and increase per capita income and social justice and environmental protection in all areas. The purpose of this study is to investigate farmers' preferences for using solar energy in Sari.

Materials and Methods: The Choice Experiment methods allow researchers to focus on valuing final changes as multidimensional features rather than discrete changes. Choosing between options encourages respondents to examine their preferences in detail related to different management programs. The Choice Experiment test approach consists of several steps, which include designing the Choice Experiment test, determining the sample size and method of data collection, estimation process, and modeling the Choice Experiment test. Designing a Choice Experiment test consists of five important steps which are defining attributes, determining the relevant levels, conducting an experimental design, constructing Choice sets, and measuring preferences. After determining the criteria affecting the prioritization of renewable energy, liketechnical, environmental, economic, social, and political criteria, in order to investigate the willingness to Pay of Sari farmers, a test questionnaire was designed. The criteria obtained from the review of prioritization of renewable energy were considered as the attributes of the Choice Experiment and the price attribute was added to the above criteria. A total of six technical, economic, social, political, environmental, and price attributes were considered to investigate farmers' willingness to pay. In the review of the studies and the current situation, the levels of each of the attributes were determined. To determine the levels of price attribute, these points were considered; the price of agricultural electricity per kilowatt-hour is 383 Rials, which was approximately 400 Rials for the current situation.

Results and Discussion: To investigate the farmers' preferences for using solar energy, 98 questionnaires of farmers in Sari were completed in September 2019. Each questionnaire included 8 choice set cards and each card included three options, based on which, the number of observations in Sari is equal to 2352 observations. The purpose of this study is to investigate the preferences of farmers in Sari for the use of solar energy. For this purpose, the Multinomial logit, the Random parameter logit, the latent class, and the Random parameter logit latent class are used. Based on the results of the Multinomial logit method, environmental and price attributes at the level of one percent and economic attribute at the level of five percent are statistically significant, but political, social, and technical attributes are not statistically significant. The Alternative-specific Constants (ASC) in the first and second options are not statistically significant. Based on the results of the Random Parameter Logit estimation method, environmental, economic and price attributes are statistically significant at the level of one percent. Technical, political, and social attributes are not statistically significant, which shows that farmers do not make a significant difference between these two attributes. The Alternative-specific Constants (ASC) are significant in the first option at the level of five percent and the second option at the level of one percent. The results of latent class estimation show that in the first class, environmental, economic, political, social, and price attributes are statistically significant at the level of one percent and technical attribute at the level of ten percent. The Alternative-specific Constants (ASC) are statistically significant at the level of one percent in the first class. In the second class, technical attribute at the level of five percent and environmental attribute at the level of ten percent are significant, besides other attributes in the second class are not statistically significant. The most sensitive class is the first class and farmers of the second class are considered the base class. The results obtained from the Bayesian and Akaike criteria of different classes showed that the two classes

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Associate Professors of Agricultural Economics, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, respectively.
(*- Corresponding Author Email: h.amirnejad@sanru.ac.ir)
4- Ghent University, Department of Geography
DOI: 10.22067/JEAD.2021.68131.1009

have the lowest values of BIC and AIC criteria and the class is appropriate. After determining the appropriate class, the model was estimated. The results of model estimation were calculated by the Latent Class Random Parameter logit method. In the first class, environmental attributes and price are significant at the level of one percent and economical attributes at the level of five percent. Also, the Alternative-specific Constants (ASC) is significant at the level of one percent, but, in the second class, the attributes are not statistically significant. Technical, environmental, economic, political, social, and price attributes, as well as the option of status quo or the Alternative-specific Constants (ASC) in the second class, do not affect farmers' utility due to the lack of statistical significance.

Conclusion: A comparison of the results obtained from the four methods shows that the highest value of the estimated coefficient for environmental attributes was in the latent class method and the lowest value was in the multinomial logit method; Comparison of fitted methods shows that the highest Log-likelihood is related to the latent class random parameter logit method and the lowest value is related to the multinomial logit method. Accordingly, the highest value of Akaike and Bayesian criteria is related to the multinomial logit method and the lowest value is related to the latent class random parameter logit method which is better than other methods according to the good fit criterion.

Keywords: Choice experiment, Farmers, Latent class random parameter Logit, Renewable energy, Willingness to pay